

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tamotsu MORIMOTO, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HERewith

FOR: APPARATUS AND METHOD FOR PLASMA PROCESSING

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**:
Application No. _____ Date Filed _____

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:


<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-063011	March 10, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Steven P. Weihrouch

Registration No. 32,829

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 0 日
Date of Application:

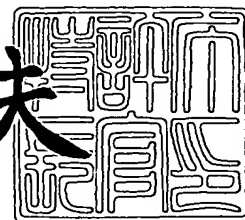
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 3 0 1 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J . P 2 0 0 3 - 0 6 3 0 1 1]

出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 JP032018

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 森本 保

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 村上 貴宏

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

 【代表者】 東 哲郎

【代理人】

 【識別番号】 100096910

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小原 肇

 【電話番号】 045(476)5454

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 064828

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9203553



【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラズマ発生手段によってプラズマ着火するプラズマ処理装置を用いて被処理体にプラズマ処理を施す際に、少なくともプラズマ消火時において上記被処理体を受ける電荷量を低下させることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 2】 上部電極と下部電極との間隔が調節可能で、少なくとも上記上下両電極のいずれか一方に高周波電力を印加してプラズマ着火するプラズマ処理装置を用いて上記下部電極上の被処理体にプラズマ処理を施す際に、少なくともプラズマ消火時において上記間隔をプラズマ処理時より広くすることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 3】 上記上部電極に第 1 の高周波電力を印加し、上記下部電極に第 1 の高周波電力より低い周波数を有する第 2 の高周波電力を印加することを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 4】 上記間隔を広くする際に、上記下部電極を、上記上部電極に対して離反する方向に移動させることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 5】 上記第 1 の高周波電力を上記第 2 の高周波電力より後に切ることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 6】 上記プラズマ処理としてエッチングを行うことを特徴とする請求項 1 ～請求項 5 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 7】 被処理体を載置する上部電極と、この上部電極の下方で対向する下部電極と、この下部電極を昇降させて上記上部電極との間隔を調節する調節機構と、少なくとも上記上下両電極のいずれか一方に高周波電力を印加する高周波電源とを備え、上記いずれか一方の電極に上記高周波電力を印加してプラズマ着火するプラズマ処理装置において、上記調節機構は、上記下部電極上の被処理体にプラズマ処理を施す際に、少なくともプラズマ消火時において上記間隔をプラズマ処理時より広くする駆動機構を有することを特徴とするプラズマ処理方

法。

【請求項 8】 上記上部電極に第 1 の高周波電力を印加する第 1 の高周波電源と、上記下部電極に第 1 の高周波電力より低い周波数を有する第 2 の高周波電力を印加する第 2 の高周波電源とを備えたことを特徴とする請求項 7 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】 上記調節機構は、上記下部電極を、上記上部電極に対して離反する方向に移動させる駆動機構を有することを特徴とする請求項 7 または請求項 8 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】 上記第 1 の高周波電力を上記第 2 の高周波電力より後に切るように構成されたことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】 上記プラズマ処理としてエッチングを行うことを特徴とする請求項 7 ～請求項 10 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、プラズマ処理方法及びプラズマ処理装置に関し、更に詳しくは、平行平板型プラズマ処理装置等のプラズマ処理装置を用いて被処理体にプラズマ処理を施す際のチャージングダメージを低減することができるプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の技術としては、例えば特許文献 1 ～ 3 に記載の技術が知られている。特許文献 1 ではプラズマ発生方法及びプラズマ発生装置について提案されている。この場合には、高周波電力を印加する電圧印加用電極と、アース電極と、これら両者間の距離を可変に調節する距離調節機構とを備え、電圧印加用電極に電圧を印加する時には電圧印加用電極とアース電極との距離を、パッシェンの法則から着火し易い距離まで短くする一方、プラズマが発生した後には、両電極間の距離を長く設定することにより、高エッチング性と低ダメージを両立させている。

【0003】

また、上下の電極間の距離調節機構を設けると機構的に複雑になることから、特許文献2では距離調節機構を必要としないプラズマ処理装置が提案されている。この場合には、互いに絶縁され、且つそれぞれ別の高周波電源が接続された2つの電極を有し、これらの電極と対向する接地電極との電極間距離が異なったプラズマ処理装置で、放電開始直後に電極間距離が広い方の電極の高周波電力を停止することにより、高速エッチングを行う場合でも低電圧のもとで容易に放電を開始できるようにしている。つまり、プラズマ着火時とプラズマ処理時とで異なった電極を用いている。

【0004】

更に、特許文献3には上下両電極それぞれの高周波電力を印加する二周波印加方式のプラズマ処理装置について提案されており、この場合には上下両電極に対する高周波電力のON、OFFタイミングを制御することにより、チャージングダメージを軽減するようにしている。

【0005】**【特許文献1】**

特開平7-201496号公報（請求項3、請求項9、段落[0010]、段落[0031]及び段落[0037]）

【特許文献2】

特開昭61-265820号公報（請求項1、第2頁右上欄第6行～第13行、第3頁左上欄第5行～同頁左下欄第2行及び発明の効果の欄）

【特許文献3】

特許第3113786号公報（請求項1、請求項2、段落[0029]及び段落[0030]）

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来のプラズマ処理方法は、特許文献1、2でも提案されているように、プラズマ着火時及びプラズマ処理中に上下両電極間の距離をそれぞれ最適化し、チャージングダメージの軽減とプラズマ処理の最適化を両立させてい

るが、その後の半導体デバイスの微細化、薄膜化の急激な進展及びこれに伴うプラズマ処理装置の進展により、プラズマ着火時とプラズマ処理中それぞれの電極間距離を最適化するのみでチャージングダメージを防止するには限界があった。

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、デバイスの微細化、薄膜化が進展しても被処理体に対するチャージングダメージを防止することができるプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、現在のチャージングダメージを根本的に見直すために、例えば上下両電極に周波数を異にする高周波電力をそれぞれ印加する二周波印加方式の平行平板型プラズマ処理装置を用いて、上下両電極間の距離を最適化し、この状態でウエハにプラズマ着火、プラズマ処理（エッチング）及びプラズマ消火を行ってアンテナMOS（アンテナ比100万倍）の耐圧分布を調べた結果、図5に斜線で示すようにウエハの中心部及び周辺部のデバイスにゲート絶縁膜の絶縁破壊による不良品が発生し、45%の歩留まりに止まった。

【0009】

そこで、本発明者らは、ウエハのチャージングモニタとして各デバイスに図6に示す電位センサ（同図の（a）参照）、電流センサ（同図に（b）参照）及びUVセンサを有するチャーム（登録商標）－2ウエハ（Wafer Charging Monitors社製）を用いてチャージングダメージによる不良品の発生状況を調べた。尚、各センサは表面にCCE（Charging Collection Electrode）を有し、各センサの記録部分であるEEPROMはそれぞれ所定の電位に初期設定されている。その結果、電位センサによってウエハの周辺部では正に、その中心部では負にチャージングしていることが判った。また、電流センサによってウエハ周辺部では正の電流が流れ、その中心部では負の電流が流れ、ウエハ周辺部及び中心部でゲート酸化膜の絶縁破壊を生じることが判った。

【0010】

更に、チャーム－2ウエハを用いて上部電極と下部電極の間隔とチャージング

との関係について調べた結果、上下両電極の間隔が大きくなるほどチャージングダメージが軽減できることが判った。しかしながら、上下の両電極の間隔を広げることと、プロセス性能（均一性、エッチングレート、エッチング形状等）とはトレードオフの関係にあり、単に両電極の間隔を広げるだけではチャージングダメージとプロセス性能を両立させることができない。

【0011】

そこで、上下両電極間の距離を最適値に設定してMOSデバイスを有するウエハに対してプラズマ処理を行い、ウエハの処理時間とプラズマ中からMOSデバイスに供給される電荷量（電流）との関係を求めた結果、図7の一点鎖線で示すモデルで表されることが判った。この図からA点からD点までの電流値の時間積分値をデバイスのチャージング量として得ることができる。尚、図7において、A点が高周波電力の印加時点、B点が着火時点、C点が高周波電力の停止によるプラズマ消火時点、D点はプラズマ処理終了時点を示し、B点とC点の間がプラズマ処理時間を示す。

【0012】

図7からも明らかなように、高周波印加時（A点）からプラズマ着火時（B点）に至る期間は勿論のこと、プラズマ消火時（C点）からプラズマ処理終了（D点）に至るまでの期間においてもかなりのチャージングがあり、これらのチャージングがチャージングダメージに大きく影響していることが判った。このことから、高周波印加時（A点）からプラズマ着火時（B点）までの期間及びプラズマ消火時（C点）からプラズマ処理終了（D点）に至るまでの期間の電流を同図の矢印で示すように一点鎖線から実線まで下げて全体のチャージング量を軽減する工夫を行うことによって、ウエハ面内の正と負のチャージング量の不均一が抑制され、ゲート酸化膜の絶縁破壊等のチャージングダメージを防止し、あるいは格段に軽減できることを知見した。

【0013】

本発明は上記知見に基づいてなされたもので、本願発明の請求項1に記載のプラズマ処理方法は、プラズマ発生手段によってプラズマ着火するプラズマ処理装置を用いて被処理体にプラズマ処理を施す際に、少なくともプラズマ消火時にお

いて上記被処理体を受ける電荷量を低下させることを特徴とするものである。

【0014】

また、本発明の請求項2に記載のプラズマ処理方法は、上部電極と下部電極との間隔が調節可能で、少なくとも上記上下両電極のいずれか一方に高周波電力を印加してプラズマ着火するプラズマ処理装置を用いて上記下部電極上の被処理体にプラズマ処理を施す際に、少なくともプラズマ消火時において上記間隔をプラズマ処理時より広くすることを特徴とするものである。

【0015】

また、本発明の請求項3に記載のプラズマ処理方法は、請求項2に記載の発明において、上記上部電極に第1の高周波電力を印加し、上記下部電極に第1の高周波電力より低い周波数を有する第2の高周波電力を印加することを特徴とするものである。

【0016】

また、本発明の請求項4に記載のプラズマ処理方法は、請求項2または請求項3に記載の発明において、上記間隔を広くする際に、上記下部電極を、上記上部電極に対して離反する方向に移動させることを特徴とするものである。

【0017】

また、本発明の請求項5に記載のプラズマ処理方法は、請求項3または請求項4に記載の発明において、上記第1の高周波電力を上記第2の高周波電力より後に切ることを特徴とするものである。

【0018】

また、本発明の請求項6に記載のプラズマ処理方法は、請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の発明において、上記プラズマ処理としてエッチングを行うことを特徴とするものである。

【0019】

また、本発明の請求項7に記載のプラズマ処理装置は、被処理体を載置する上部電極と、この上部電極の下方で対向する下部電極と、この下部電極を昇降させて上記上部電極との間隔を調節する調節機構と、少なくとも上記上下両電極のいずれか一方に高周波電力を印加する高周波電源とを備え、上記いずれか一方の電

極に上記高周波電力を印加してプラズマ着火するプラズマ処理装置において、上記調節機構は、上記下部電極上の被処理体にプラズマ処理を施す際に、少なくともプラズマ消火時において上記間隔をプラズマ処理時より広くする駆動機構を有することを特徴とするものである。

【0020】

また、本発明の請求項 8 に記載のプラズマ処理装置は、請求項 7 に記載の発明において、上記上部電極に第 1 の高周波電力を印加する第 1 の高周波電源と、上記下部電極に第 1 の高周波電力より低い周波数を有する第 2 の高周波電力を印加する第 2 の高周波電源とを備えたことを特徴とするものである。

【0021】

また、本発明の請求項 9 に記載のプラズマ処理装置は、請求項 7 または請求項 8 に記載の発明において、上記調節機構は、上記下部電極を、上記上部電極に対して離反する方向に移動させる駆動機構を有することを特徴とするものである。

【0022】

また、本発明の請求項 10 に記載のプラズマ処理装置は、請求項 8 または請求項 9 に記載の発明において、上記第 1 の高周波電力を上記第 2 の高周波電力より後に切るように構成されたことを特徴とするものである。

【0023】

また、本発明の請求項 11 に記載のプラズマ処理装置は、請求項 7 ～請求項 10 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記プラズマ処理としてエッチングを行うことを特徴とするものである。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、図 1 ～図 4 に示す実施形態に基づいて本発明を説明する。

まず、本発明方法に用いられるプラズマ処理装置の一例について図 1 を参照しながら説明する。本実施形態に用いられるプラズマ処理装置 10 は、例えば図 1 に示すように、アルミニウム等の導電性材料よりなるチャンバ 11 と、このチャンバ 11 の上面に配置された上部電極 12 と、この上部電極 12 の下方にこれと対向して配置され且つウエハ W を載置する下部電極 13 と、この下部電極 13 を

昇降させて上部電極 12 との間隔を調節する昇降機構（例えば、エアシリンダ）14 とを備えている。

【0025】

上部電極 12 は、下面全面に多数分散して形成された孔 12A を有し、プロセスガスを供給するシャワーヘッドとして形成されている。この上面の中央孔にはガス供給管 15 が接続され、更にこのガス供給管 15 にはガス供給源 16 がマスフローコントローラ 17 を介して接続され、このガス供給源 16 のプロセスガスをマスフローコントローラ 17 によって流量制御しながらチャンバ 11 内へ供給する。また、上部電極 12 には第 1 の高周波電源 18 が整合器 19 を介して接続され、第 1 の高周波電源 18 から上部電極 12 に対して例えば 13.56 ~ 150 MHz の第 1 の高周波電力を印加する。

【0026】

下部電極 13 の内部には冷却ジャケット等の温度調整手段 20 が設けられ、この温度調整手段 20 によって下部電極 13 上に保持されたウエハ W を所望の処理温度に設定することができる。温度調整手段 20 は冷却ジャケット内に冷媒を循環させるための供給管 21 及び排出管 22 を有し、所定の温度に調整された冷媒を供給管 21 から冷却ジャケット内に供給し、熱交換後の冷媒を排出管 22 から外部に排出する。また、下部電極 13 には第 2 の高周波電源 23 が整合器 24 を介して接続され、第 2 の高周波電源 23 から下部電極 13 に対して例えば 400 KHz ~ 13.56 MHz の第 2 の高周波電力（バイアス）を印加する。尚、冷却ジャケットに代えて加熱ヒータやペルチエ素子等を下部電極 13 内に設けても良い。

【0027】

下部電極 13 の上面には静電チャック 25 が載置されている。この静電チャック 25 は、例えば焼結または溶射成形したセラミックスからなる層の間にタングステン電極板 25A が介在している。そして、タングステン電極板 25A には可変直流電圧源 26 がフィルタ 27 及びリード線 28 を介して接続され、可変直流電圧源 26 からタングステン電極板 25A に対して直流高電圧を印加することにより、下部電極 13 上に載置されたウエハ W をセラミックス層に対して静電吸着

する。

【0028】

また、下部電極 13 の外周縁部には環状のフォーカスリング 29 が配設され、このフォーカスリング 29 によって静電チャック 25 上に吸着保持されたウエハ W を囲むようにしている。このフォーカスリング 29 は、プロセスに応じて絶縁性または導電性の材料が選択して用いられ、反応性イオンを閉じ込め、あるいは拡散させるよう作用する。更に、チャンバ 11 と下部電極 13 の間には複数の排気孔が穿設された排気リング 30 が下部電極 13 上面よりも下側に位置させて下部電極 13 を囲むように配置されている。この排気リング 30 により、排気流の流れを整えると共に上部電極 12 と下部電極 13 との間にプラズマを最適に閉じ込める。

【0029】

また、下部電極 13 内にはバックサイドガスとして熱伝導性ガス（例えば、He ガス）を供給する流路（図示せず）が形成され、このガス流路はウエハ W の中心部及び周縁部の複数箇所で開口し、バックサイドガスを静電チャック 25 とウエハ W の間に供給し、下部電極 13 とウエハ W との熱伝導率を高めてウエハ W を所定の温度に迅速に制御することができる。

【0030】

また、チャンバ 11 の下部には真空排気装置（図示せず）に接続された排気部 11A が形成され、この真空排気装置によってチャンバ 11 内を真空引きし、プロセスガスを供給した状態でチャンバ 11 内を所定の真空度を維持する。ガス供給源 16 は複数のガス供給源を有し、各ガス供給源から例えば C_4F_8 等のフルオロカーボン系ガス、一酸化炭素（CO）ガス、酸素（ O_2 ）ガス、アルゴン（Ar）ガス等の希ガス等をエッチングガスとして供給する。各ガスはそれぞれのマスフローコントローラ 17 によって流量制御して所望の流量比で供給される。

【0031】

次に、上記プラズマ処理装置 10 を用いた本発明のプラズマ処理方法の一実施形態について図 2、図 3 を参照しながら説明する。本実施形態では 300 mm のウエハ W に対してエッチングを施す。

【0032】

エッチングを行うには、予めチャンバ11の内周面、上部電極12及び下部電極13の温度をそれぞれ50℃、30℃及び10℃にそれぞれ設定する。この状態で、まず図2の(a)に示すようにチャンバ11内の上部電極12と下部電極13の間隔を、ウエハWをエッチングする時の最適間隔（例えば、17mm）よりも広い間隔（例えば、22mm）に設定する。次いで、ゲートバルブ（図示せず）を開けてチャンバ11内の下部電極13上にウエハWを載置した後、ゲートバルブを閉じる。引き続き、ガス供給源16からチャンバ11内へC₄F₈ガス、COガス、Arガス及びO₂ガスを所定の流量比（例えば、C₄F₈/CO/Ar/O₂=20/40/550/12sccm）でエッチングガスとして供給し、チャンバ11内の圧力を40mTorrに設定する。

【0033】

この間、可変直流電圧源26からタングステン電極板25Aに対して直流高電圧を印加してウエハWを下部電極13上に吸着固定すると共にバックサイドガス（例えば、Heガス）を供給する。この時のウエハWの中心部のバックサイドガスの圧力を12Torrに設定すると共にウエハW周縁部のバックサイドガスを20Torrに設定し、下部電極13の温度調節手段20によってウエハWを所定温度に保つ。

【0034】

直流高電圧を印加してから例えば15秒後に、図3に①で示すように、まず第1の高周波電源18から上部電極12に27MHz第1の高周波電力を2000Wの電力で印加して上部電極12と下部電極13の間でグロー放電を発生させてプラズマ着火を行う。第1の高周波電力を印加してから2秒後に、図3に②で示すように第2の高周波電源23から下部電極13に800KHzの第2の高周波電力を1400Wの電力で印加すると下部電極13にバイアス電位が生成する。この際、下部電極12に第2の高周波電力を印加するタイミングを、上部電極12に第1の高周波電力を印加するタイミングより約0.2～3秒遅らせることにより整合器23によって第2の高周波電力のマッチングをスムーズに取ることができる。また、下部電極に第1、第2の高周波電力を印加する場合にも同様に第

2の高周波電力を遅らせることにより整合器によるマッチングをスムーズに取ることができる。

【0035】

その直後の図3に③で示す時点で昇降機構14が駆動して下部電極13が上昇し、図2の(b)に示すように上部電極12との間隔が最適間隔である17mmに達して昇降機構14が停止し、この状態で第1、第2の高周波電力がそれぞれ2000W、1400Wで安定し、ウエハWに対してエッチングを施す。

【0036】

エッチングを所定時間行って第1の高周波電源18を切る直前の図3に④で示す時点で昇降機構14が駆動して下部電極13が下降し、図2の(c)に示すように上部電極12との間隔が22mmに達して上部電極12と下部電極13の間隔が広がって昇降機構14が停止し、図3に①、②で示すように、まず第1の高周波電源18を切り、その0.1秒後に第2の高周波電源23を切ってプラズマ消火を行ってエッチングを終了する。エッチングを終了してから20秒後に可変直流電圧源26を切って静電チャック25によるウエハWの吸着を解除した後、チャンバ11内からウエハWを取り出す。このウエハWではデバイスの歩留まりが100%で、チャージングダメージによる不良品がなかった。

【0037】

また、本実施形態との比較のために、下部電極13を下げずに上部電極12と下部電極13の間隔を17mmの最適値に保った状態でプラズマ消火を行った以外には上記実施形態と同一の要領でウエハWのエッチングを行った結果、デバイスの歩留まりが99%で僅かに低下した。更に、上部電極12と下部電極13を最適間隔である17mmに設定し、下部電極13を終始固定した以外は上記実施形態と同一の要領でウエハWのエッチングを行った結果、77%の歩留まりしか得られなかった。

【0038】

また、エッチングを実施する際に、ウエハWへのパーティクルの付着を防止するために、図4に示すように第1の高周波電源18を二段階で切る、ステップダウンシーケンスによってプラズマ消火を行う。そこで、本発明にステップダウン

シーケンスを適用した実施形態について説明する。

【0039】

本実施形態では、ステップダウンシーケンスでプラズマ消火を行う以外は、上記実施形態と同一要領でプラズマ着火及びプラズマ処理を行う。即ち、ステップダウンシーケンスによりプラズマ消火を行う場合には、例えば、上部電極12と下部電極13の間隔を最適間隔である17mmから25mmまで広げた後、図4に示すように第1の高周波電力を2000Wから200Wに落とし、その0.1秒後に第2の高周波電力を切る。第1の高周波電力を200Wに落とす時に、エッチングガス中のArガスの流量を550sccmから500sccmまで落とすと共にチャンバ11内の圧力を40mTorrから200mTorrに上げ、この状態でウエハWを21秒間処理した後、第1の高周波電力を完全に切ってプラズマ消火を行う。その後の処理は上記実施形態と同様である。ステップダウンシーケンスによって処理されたウエハWはデバイスの歩留まりが100%で、チャージングダメージによる不良品がなかった。尚、図4における①～④のタイミングは、図3の①～④のタイミングに相当する。

【0040】

また、本実施形態との比較のために、プラズマ消火時に上部電極12と下部電極13の間隔を広げず、最適間隔である17mmに保持したまま第1の高周波電力をステップダウンシーケンスに従って二段階(2000W→200W→0W)で切ってプラズマ消火を行った場合には、デバイスの歩留まりが44%まで低下し、チャージングダメージによる不良品が発生した。このことからステップダウンシーケンスを適用するに当たり、プラズマ着火時に上下両電極12、13の間隔を広げるだけではチャージングダメージが十分に抑制されないことが判った。

【0041】

以上説明したように本実施形態によれば、プラズマ処理装置10を用いてウエハWにプラズマ処理を施すに際に、プラズマ着火時(図3のA点からB点に至るまでの期間)及びプラズマ消火時(図3のC点からD点に至るまでの期間)に、プラズマ処理時(図3のB点からC点に至るまでの期間)の上部電極12と下部電極13の最適距離より下部電極13を下降させて上部電極12と下部電極13

の間隔をプラズマ処理時より広く設定したため、プラズマ着火時及びプラズマ消火時のウエハWに対するチャージング量を低減することができ、ウエハWのチャージングダメージを防止することができる。

【0042】

また、本実施形態によれば、第1の高周波電力を第2の高周波電力より後に切るようにしたため、特にプラズマ消火を円滑に行なってウエハWに対するチャージングをより確実に低減できると共にウエハWへのパーティクルの付着を防止することができる。

【0043】

尚、上記実施形態では上部電極12及び下部電極13それぞれに個別に第1、第2の高周波電力を印加する二周波印加方式のプラズマ処理装置10を用いてエッチングを行なうプラズマ処理方法について説明したが、本発明は上記実施形態に何等制限されるものではない。例えば、本発明方法には上下両電極のいずれか一方の電極に高周波電力を印加してプラズマを発生させるプラズマ処理装置や、ECR（有磁場）タイプのプラズマ処理装置を用いることができる。更に、本発明方法にはその他のプラズマ発生手段を備えたプラズマ処理装置も用いることができる。また、本発明のプラズマ処理方法はCVD等エッチング以外のプラズマ処理についても適用することができる。要は、本発明は、プラズマ発生手段によってプラズマ着火するプラズマ処理装置を用いて被処理体にプラズマ処理を施す際に、少なくともプラズマ消火時に上記被処理体を受ける電荷量を低下させるようにすれば良い。

【0044】

【発明の効果】

本発明の請求項1～請求項11に記載の発明によれば、デバイスの微細化、薄膜化が進展してもプラズマ処理時に被処理体を受ける電荷量が低下し、また、被処理体面内における正と負の電荷量の不均一が抑制され、チャージングダメージを防止することができるプラズマ処理方法及びプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のプラズマ処理方法に用いられるプラズマ処理装置の一実施形態の断面構造を示す構成図である。

【図 2】

図 1 に示すプラズマ処理装置のプラズマ処理過程における下部電極の動きの説明図で、(a) はプラズマ着火時に上部電極と下部電極をプラズマ処理時の最適間隔より広く設定した状態を示す断面図、(b) は上部電極と下部電極をプラズマ処理時の最適間隔に設定した状態を示す断面図、(c) はプラズマ消火時に上部電極と下部電極をプラズマ処理時の最適間隔より広く設定した状態を示す断面図である。

【図 3】

第 1、第 2 の高周波電力の印加、切断のタイミングを示す説明図である。

【図 4】

第 1、第 2 の高周波電力の印加、切断のタイミングを示す説明図である。

【図 5】

上下両電極間を最適間隔に設定した従来のプラズマ処理方法によって処理したウエハの不良品を模式的に示す平面図である。

【図 6】

チャーム-2 ウエハのセンサを模式的に示す断面図で、(a) は電位センサを示す図、(b) は電流センサを示す図である。

【図 7】

ウエハの処理時間とウエハの各デバイスに供給される電荷量との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

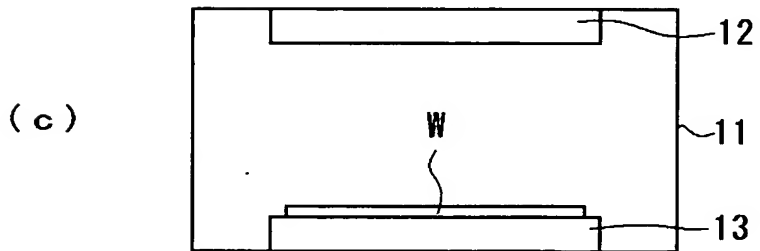
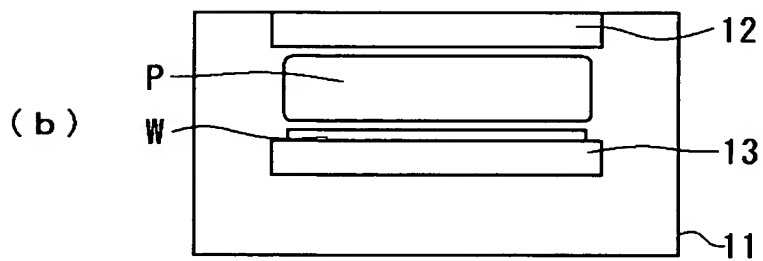
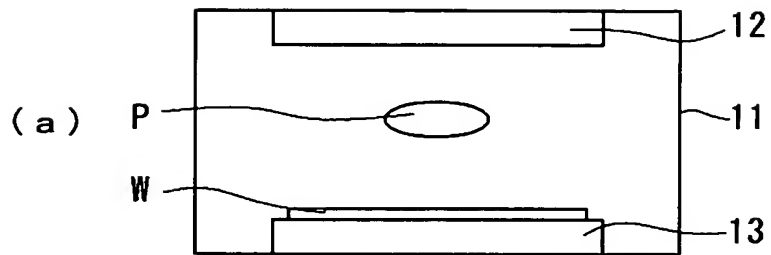
- 10 プラズマ処理装置
- 12 上部電極
- 13 下部電極
- 14 昇降機構 (調節機構)
- 16 ガス供給源

1 8 第 1 の高周波電源

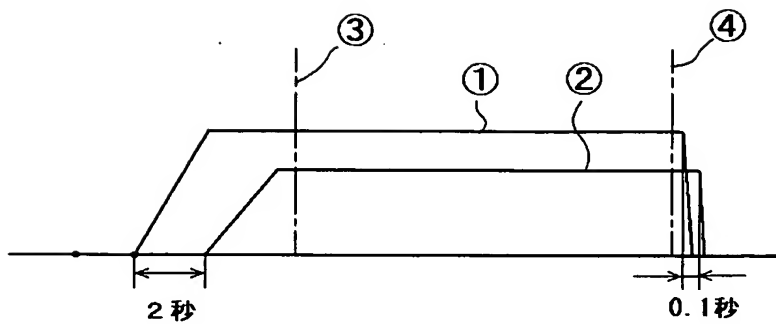
2 3 第 2 の高周波電源

W ウエハ（被処理体）

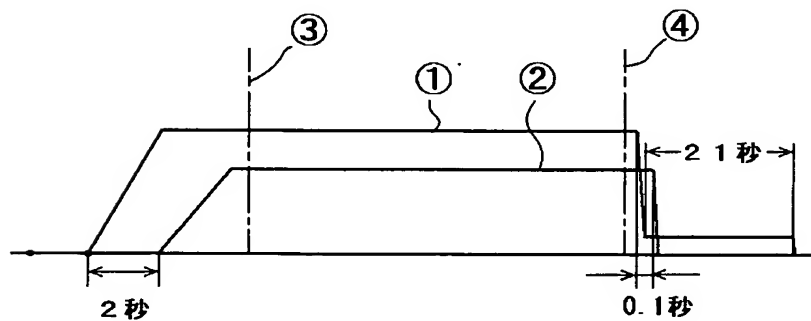
【図 2】



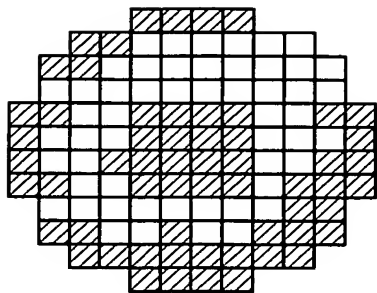
【図 3】



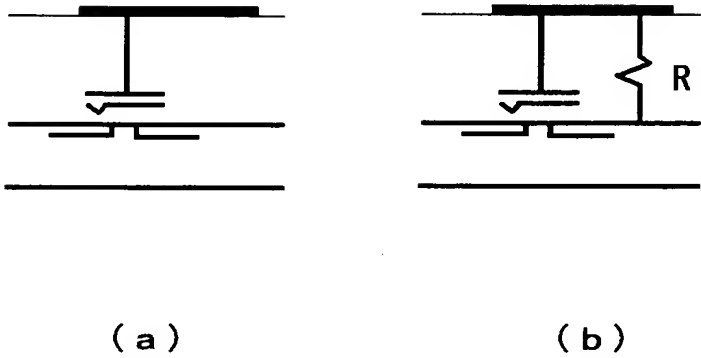
【図 4】



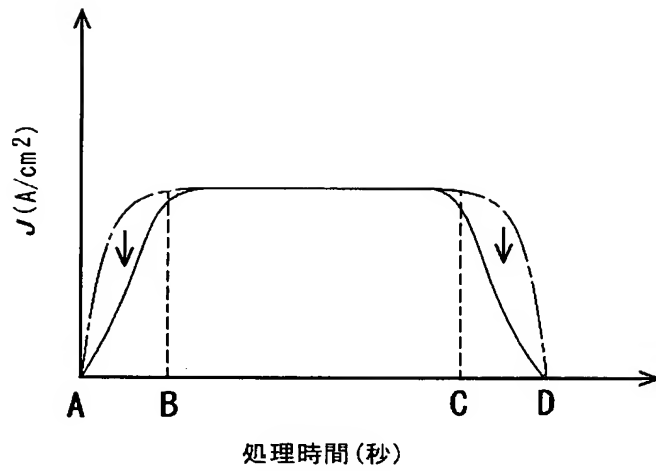
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ着火時とプラズマ処理中それぞれの電極間距離を最適化するのみでチャージングダメージを防止するには限界があった。

【解決手段】 本発明のプラズマ処理方法は、第 1 の高周波電力を印加する上部電極 12 と、第 2 の高周波電力を印加する下部電極 13 と、これら両電極 12、13 の間隔を調節する昇降機構 14 とを備え、第 1 の高周波電力を上部電極 12 に印加してプラズマ着火するプラズマ処理装置を用いて下部電極 13 上のウエハ W にプラズマ処理を施す際に、少なくともプラズマ消火時において上下両電極 12、13 の間隔をプラズマ処理時より広く設定することを特徴とする。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 6 3 0 1 1
受付番号	5 0 3 0 0 3 8 2 9 5 1
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 5 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成 15 年 3 月 10 日
-------	------------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 6 3 0 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日 1 9 9 4 年 9 月 5 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号
氏 名 東京エレクトロン株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 2 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号
氏 名 東京エレクトロン株式会社